



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ Número de publicación: **2 145 711**

⑫ Número de solicitud: 009801457

⑬ Int. Cl. 7: G07D 7/00

⑭

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

⑮ Fecha de presentación: 09.07.1998

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: 01.07.2000

⑰ Fecha de publicación del folleto de la solicitud: 01.07.2000

⑱ Solicitante/s: **FABRICA NACIONAL DE MONEDA Y TIMBRE**  
Jorge Juan, 106  
28009 Madrid, ES

⑲ Inventor/es: **Davó Ferro, Rafael y Merchán Palacios, Miguel**

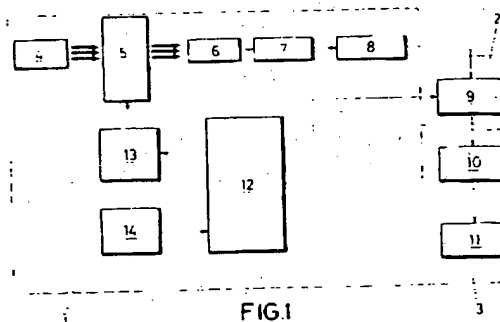
⑳ Agente **Carpintero López, Francisco**

㉑ Título **Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras.**

### ㉒ Resumen:

Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras

Se presenta un procedimiento y un dispositivo para llevarlo a cabo, que están capacitados para realizar una detección y validación de códigos de barras realizados con marcas de agua en todo tipo de documentos de seguridad, y de manera especial en billetes, todo ello con el empleo de medios ópticos y electrónicos. Se emplean unas muestras de papel de las que se obtienen unas señales patrón, que son consideradas como referencia para su posterior comparación con la señal que se lee del documento a validar



ES 2 145 711 A1

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas, C/Panamá, 1 28036 Madrid

## DESCRIPCION

Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras.

### Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento y al dispositivo para llevar a cabo la detección y lectura de códigos de barras realizados con marcas de agua, sobre cualquier tipo de documento de seguridad y en particular en billetes.

El procedimiento se lleva a cabo con medios ópticos y electrónicos que proporcionan una mayor rapidez y efectividad en la lectura del código de barras.

### Antecedentes de la invención

La fuerte expansión de las técnicas de reproducción de la imagen ha hecho posible la reproducción por el público de virtualmente todo tipo de representaciones gráficas comunes, incluidos los billetes de banco, que son la máxima expresión de seguridad antifalsificación.

En efecto es posible mediante scanners de colores, o incluso mediante la fotocopiadora de color, obtener una reproducción muy semejante al documento original, que mediante un proceso de imitación del envejecimiento del documento por el uso, mediante maltrato posterior del mismo, da lugar a una falsificación que puede circular entre el público de manera inadvertida.

Debido a ello, los fabricantes de documentos de seguridad y en particular de billetes, acostumbra a emplear para los mismos un substrato de papel que incorpora sofisticados elementos de seguridad. De esta manera, al hacer una reproducción mediante un método moderno de reproducción, como la fotocopiadora, se imita la apariencia pero no puede imitarse el substrato.

En consecuencia, parte de la seguridad de los documentos, en particular de los billetes, consiste en que se emplean tantas técnicas como sea posible, costosas casi todas ellas de manera que no estén al alcance de cualquiera, sino solo en parte y varias de ellas en el propio papel. Entre las técnicas más efectivas para la producción de los mencionados elementos de seguridad, están aquellas que emplean procedimientos clásicos, como lo son las relativas a la fabricación de las marcas de agua que pueden verse en el papel por transparencia, resultan de lo más efectivo, en especial porque el público las reconoce desde hace mucho tiempo y porque se prestan a trabajo artísticos de difícil reproducción por personal inexperto y consecuentemente de mayor seguridad.

Las marcas de agua se forman durante la fabricación del papel por deposición de diferente grosor de fibras, produciendo mediante un troquel una figura de bajo-relieve en la tela de formación de la hoja donde se depositan las fibras. Visto el papel al trasluz, las zonas con más deposición de fibras aparecen como oscuras y las zonas con menor deposición de fibras aparecen como claras, dando la imagen deseada de carácter multitonal. Estas marcas de agua pueden ser de retrato o artística y también geométricas, según el modelo que reproduzcan, grabado del molde o matriz.

Las marcas de agua de retrato o artísticas

(multitonales) de un billete, se sitúan en una zona del billete que está muy poco cubierta por la impresión para facilitar la inspección humana a simple vista. Este motivo, que comenzó en forma de una simple filigrana para reconocimiento de la fábrica de papel productora, a modo de propaganda o prestigio de las distintas industrias, acabó sofisticándose para dar las actuales marcas de retrato.

La principal característica buscada, es que el público se fije en la figura, que es identificada inmediatamente, de la forma que reconocemos con facilidad la persona representada en una fotografía y distinguida de una posible falsificación y además que esta figura quede de manera imborrable como parte del substrato del documento, difícil de manipular. De hecho es un elemento que no se puede reproducir por fotocopiado.

Más recientemente se han desarrollado marcas de agua que forman códigos de barras con objeto de procesarlas mecánicamente. Las marcas de agua de código de barras pueden tener, respecto del substrato básico del papel, más o menos espesor. En el caso de barras de un solo nivel más oscuro y de un solo nivel más claro, hay dos niveles de espesor distintos del papel base. La transición de una zona más oscura a una zona más clara se asocia a un dígito, por ejemplo el 1 y la transición de una zona más clara a una más oscura se asocia a otro dígito, por ejemplo el 0.

Pueden haber barras formadas por espesores distintos, en cuyo caso las transiciones entre distintos niveles de espesor configuran distintos dígitos, que pueden interpretarse y descodificarse.

La capacidad de generación de códigos no es ilimitada debido a que el papel presenta siempre irregularidades derivadas de su constitución fibrosa. Cada fibra aporta al espesor del papel un espesor significativo (de varias micras), del total de su espesor que es del orden de las cien micras. La presencia o ausencia de una fibra en un área determinada, puede suponer del orden de un décimo del espesor del papel.

Puesto que las fibras son unidades discretas, distribuidas aleatoriamente, el papel presenta una irregularidad natural muy sensible. Solo cuando el grabado de una marca de agua supera nitidamente, en toda su extensión el nivel natural de la hoja, sobreponiéndose a su irregularidad, puede identificarse y detectarse como tal. Lo mismo vale para diferencias de tonos entre marcas de agua. Por mucho que se busque que la marca sea multitonal, se consiguen varios grados distinguibles de gris pero en número limitado, a efectos de identificación y detección óptica.

Ello excluye la posibilidad de tener por ejemplo más de 10 dígitos en forma de distintos tonos de gris. Esto viene además limitado por el hecho de que las marcas de agua de código de barras se suelen colocar en una zona sobreimpresa del billete, al contrario que las marcas de agua de retrato y la propia sobre-impresión de la misma, modifica el espesor del billete.

En la práctica se suelen emplear entre dos y cinco tonos distintos para la ejecución de las marcas de código de barras, siendo dos un número apropiado, para mayor fiabilidad y tratamiento de la señal.

En cuanto a la detección de los códigos de barras efectuados por medio de una marca de agua, existen antecedentes que sacan partido de la presencia de marcas de agua en el papel. Hay dos tipos de sensores, mecánicos y ópticos.

Los sensores mecánicos son sencillos en su ejecución, puesto que constan de un perfilómetro o medidor de espesor y un sistema de comparación con el patrón; generalmente el manejo de la muestra se mecaniza para darle más fiabilidad por una mejor reproducibilidad, ya que los equipos mecánicos son muy sensibles al movimiento del material en sí. Los sensores mecánicos son bastante efectivos, pero tienen dos inconvenientes: son lentos y de poca precisión.

Ambos defectos se derivan del captador de la señal del sensor, que pueden desplazarse por la superficie del papel, tocándolo continuamente pero sin dañarlo. Los cabezales suelen ser tipo rodillo o bola, para alejarse de las irregularidades del papel, pero por eso mismo tienen que tener un diámetro mínimo determinado. Debido a ello la precisión de las medidas es del orden de varias micras y la velocidad de procesado del orden de varios segundos por documento.

La falta de precisión no permite un fácil ajuste de la medida en términos absolutos y la lentitud no los hace muy apropiados para el manejo de documentos a gran velocidad en selectoras automáticas. Otro inconveniente a tener en cuenta es que una vez impreso el papel, si se trata de un billete, tiene un tipo de impresión de relieve, llamado calcografía, que puede alterar sensiblemente las medidas del perfilómetro.

Los sensores ópticos observan por luz transmitida la marca de agua, traduciendo las diferencias de opacidad en lugares determinados de la marca de agua. Esta inspección puede hacerse por distintos medios como por ejemplo el conjunto formado por un iluminador de alta frecuencia y una cámara CCD (ver patente española 9000858, patente europea 0579461A1), o incluso por un conjunto formado por una laser de luz visible y un detector de temperaturas por infrarrojos (Banknote Printers Conference, Paper Committee Oslo 1990).

En el primer caso, el tratamiento de la imagen que se genera, cuando se requiera, es también relativamente lento, si bien susceptible de fácil comprensión por las personas encargadas de su manejo. En el segundo, el precio de la unidad es mayor, y de más difícil incorporación en un sensor manual de bajo coste, que el público pueda adquirir para uso privado.

Otra ventaja de los sensores ópticos es que inspeccionan la marca de agua de la manera en que está prevista por el grabador, por luz transmitida, aunque variar la longitud de onda de la luz pueda ser ventajoso para determinadas inspecciones. Por ejemplo, en caso de que se desee detectar y descifrar el código para marcas de agua en billetes, para eludir la influencia de la impresión que enmascara el contraste natural de la marca de agua, e incluso para eludir las como válidas en una detección de marcas de agua falsificadas, obtenidas por impresiones de tintas grasas o por otro método, es por lo que emplearemos preferentemente emisor y receptor de luz infrarroja.

Esta forma de energía electromagnética, tiene la ventaja de que es económica, es insensible a la tinta (supuesto que la que sobreimprime la marca de agua de código de barras no sea opaca al infrarrojo, cosa que se suele especificar así por parte de los fabricantes de billetes, y se puede conducir fácilmente por medio de fibra óptica, lo que da lugar a una circuitería y a una bloque óptico mucho más simple que empleando otras fuentes de luz.

Además, otra ventaja de los sensores ópticos es la gran velocidad de detección y proceso de la señal analógica. En efecto, al no necesitar el contacto físico con la muestra, el sensor óptico permite una inspección solamente limitada por la velocidad del sistema de manejo de la muestra y de la velocidad de cálculo del ordenador, los cuales están en continua evolución y desarrollo, por lo que la capacidad técnica de un sensor óptico se incrementa día a día.

Si añadimos a ello, que la fibra óptica permite la conducción de energía electromagnética sin pérdidas apreciables, al punto adecuado para las necesidades los sensores se pueden fabricar con unos sistemas muy livianos, adecuados para uso en aplicaciones portátiles de muy pequeñas dimensiones y muy poco peso. O, de manera opuesta, pueden formar parte de sistemas de gran capacidad, adaptando sus requerimientos de espacio al disponible para otros sensores en las máquinas de selección automática de gran capacidad, que ya aportan estas al conjunto, el sistema de guiado y de la conducción de los billetes, y se les puede incorporar estos nuevos sensores, con un mínimo esfuerzo, mediante interfaces de tipo normalizado.

Por último resulta extremadamente fácil hacer redundante un sensor óptico mediante el multiplicado en forma de un array de bloques ópticos lo que originalmente es un solo bloque óptico, y posterior adición de las señales analógicas procedentes de las distintas líneas. Si lo que se desea es conocer la regularidad del papel que puede obtenerse como subproducto de la inspección mediante el sensor óptico-electrónico un mapa microscópico de la formación de la hoja.

Se obtiene también una señal, con un sistema óptico, que está íntimamente relacionada con la opacidad del papel: por un procedimiento óptico, el papel además de tener las diferencias de espesor adecuadas en el lugar correcto de la marca de agua de código de barras, ha de tener diferencias ópticas de opacidad e incluso de color, que es otro elemento esencial de control de origen o de idoneidad, del que en un sensor mecánico sería completamente ajeno.

En consecuencia se ha elegido para la materialización de la invención un conjunto formado por un sensor óptico-electrónico de radiación electromagnética infrarroja, dotándolo de todos los sistemas de regulación y control necesarios, así como para el manejo del documento.

#### Descripción de la invención

De este modo, en el procedimiento de detección y descodificación que se está describiendo, se emplea un elemento emisor de radiación electromagnética del infrarrojo cercano, entre 700 y 3000 nanómetros, cuyas dimensiones están comprendi-

das entre 0.5 y 1.2 mm de diámetro y con una dimensión de haz aproximadamente comprendida entre 0.1 y 3 mm.

Igualmente se dispone de un receptor de emisión electromagnética correspondiente al infrarrojo cercano entre 400 y 700 nanómetros, insensible a la luz visible, el cual está capacitado para captar las emisiones del emisor y tiene unas dimensiones comprendidas entre 0.5 y 1 mm. No se pretende realizar medidas de fluorescencia.

El emisor y el receptor están dotados de los correspondientes conductores de radiación electromagnética, que consisten en fibra óptica de aproximadamente 1 mm de diámetro.

Otro elemento incorporado en la invención, es un bloque óptico de emisión y recepción, el cual está constituido por el extremo de la fibra óptica de transmisión, y está conectado a una lente de condensación con su ajuste de enfoque y de intensidad. Este bloque óptico dispone de un sistema de ajuste mecánico, el cual tiene la función de permitir la captación de la señal en condiciones óptimas, y evitar las interferencias que puedan generar influencias exteriores.

El bloque óptico además, incorpora un elemento de prueba en blanco, sin papel, constituido por un circuito de emisión-recepción completo, para detección en blanco y ajuste del cero. Este bloque óptico también tiene varios elementos redundantes, con el fin de minimizar mediante integración, irregularidades típicas de la formación de la hoja, particularmente en papeles con fibras muy largas o con refino de las fibras para obtención de altas prestaciones mecánicas, que da origen a una cierta nubosidad de la hoja por transparencia.

La señal analógica obtenida tiene una diferencia de potencial comprendida entre 0 y 10 Voltios, y es llevada a una circuito electrónico de regulación y control, donde se controla la ganancia de la amplificación. Estas señales analógicas son tratadas por un ordenador donde son suavizadas mediante el correspondiente software, disponiéndose además de otro software de aprendizaje con muestras patrón de códigos de barras realizados con marcas de agua.

La señal analógica obtenida, una vez ha sido convenientemente suavizada para eliminar los ruidos que se pueden producir, por ejemplo por las rugosidades de las fibras, es comparada con las señales obtenidas de las muestras patrón para cada denominación, lo cual se realiza con un software de correlación y cálculo de disimilitudes, y un software de comparación.

Este análisis de la señal analógica es insensible a cambios de amplitud, mediante ajustes de correlación, y permite el cálculo de probabilidades de error, mediante el uso de algoritmos adecuados, como coeficientes de disimilitud y a efectos de control estadístico.

Un sistema de movimiento mecanizado de la muestra, realiza mediante micromotores la alimentación autoguiada de la muestra, realizándose su correcto posicionamiento mediante un sistema de regulación de posicionado respecto al bloque óptico, pudiendo ser este un sistema mecánico o por software. Para esta manipulación mecanizada de la muestra, se dispone de una interfase,

que proporciona un aviso óptico y acústico de la validez o no de la denominación, es decir de la información que proporciona el código de barras.

El sistema, además de detectar y determinar la validez del código de barras, informa del contenido que el código porta, ya sea en terminos denominativos para identificar un producto por ejemplo, o en terminos referenciales, realizándose esta información mediante signos alfanuméricos inteligibles para el ser humano, como letras y números.

El resultado de la verificación es una señal electrónica para el marcado y/o separación del papel que contiene una marca de agua que forma un código de barras, errónea o insuficientemente contrastada, de acuerdo a un umbral de aceptación y rechazo, así como la memorización del porcentaje de errores, para llevar un control estadístico.

Estos equipos electrónicos son alimentados mediante una fuente de alimentación con tensión nominal de 5 voltios.

La comunicación del equipo con el operador, se realiza mediante una interfase de comunicación, que dispone de los periféricos clásicos como un ratón, teclado, pantalla etc.

El procedimiento consiste en usar muestras de papel que contienen marcas de agua de código de barras genuinas normalizadas, para obtener mediante el software correspondiente un modelizado de una señal patrón, que serán consideradas como referencia para su posterior comparación con la señal analógica leída del documento a comprobar.

Se ajusta la intensidad de iluminación del emisor mediante el teclado, el cual interfiere en un dispositivo electrónico de regulación contenido en el circuito electrónico de regulación y control, para llevar a cabo dicho ajuste.

También mediante el teclado e interviniendo en un dispositivo electrónico de regulación contenido en el circuito electrónico de regulación y control, se ajusta la ganancia de la señal analógica obtenida.

Se ajusta mecánicamente la posición del soporte del bloque óptico con la ayuda de un destornillador.

Mediante un micromotor y un conjunto de tracción y sensores, se posiciona correctamente la muestra, para pasar a iluminarla y posteriormente leer la reflexión que producen las marcas de agua, todo ello mediante radiación electromagnética.

Se obtiene la señal analógica desde la fotocélula del bloque óptico, para tratarla posteriormente con el software del ordenador, y para después realizar una comparación lógica mediante el software adecuado con el patrón de referencia establecido.

Se indica mediante la interfase constituida por la pantalla del ordenador, del resultado del validamiento realizado, indicando si este ha sido positivo o negativo.

Posteriormente se emiten unas señales de control, para la manipulación mecánica de la muestra, con capacidad de desconexión del sistema acústico.

La radiación electromagnética empleada, ha sido determinada de manera que sea insensible a la impresión efectuada en la hoja de papel, por medio de las técnicas habituales en la fabricación

de documentos de seguridad y billetes, como pueden ser offset, calcografía y tipografía.

El tamaño del aparato es similar al de un ordenador portátil y es capaz de memorizar más de 20 marcas de agua de códigos de barras. Por sus dimensiones reducidas y bajo consumo, el aparato se puede integrar en una máquina de producción de papel en continuo o en una máquina cortadora para el control de calidad durante la producción. Asimismo, se puede integrar en una máquina para el manejo de documentos o de billetes, la cual puede formar parte de una máquina expendedora de productos o para el cambio de monedas, o de un aparato de selección automática de billetes de gran capacidad.

#### Descripción de los dibujos

Para completar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a esta memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, un conjunto de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

- La figura 1, es un diagrama de bloques representativo de los elementos que componen la invención.

- La figura 2, consiste en dos gráficas, en las cuales la superior es la señal analógica obtenida con el sistema propuesto en la invención, y la gráfica inferior se corresponde con la señal obtenida mediante un sistema tradicional.

#### Realización preferente de la invención

En la figura 1, se puede comprobar que en el dispositivo que lleva a cabo la invención, se diferencia un bloque detector (1), un conversor analógico digital (2) y un ordenador (3).

El bloque de detección (1) está compuesto por un emisor de radiación infrarroja (4), cuya emisión es aplicada sobre el documento (5) a validar. Para leer el código de barras formado con las marcas de agua, un receptor de radiación infrarroja (6) recoge la radiación reflejada por el documento, y la envía a un conversor (7) que transforma la radiación ultravioleta en tensión.

Esta tensión es amplificada en el amplificador (8), y posteriormente enviada al bloque de digitalización (9) donde es transformada en una señal digital, que a su vez es tratada por el software (10) del ordenador (3), el cual presenta los resultados a través del visualizador (11).

El bloque de detección (1) dispone de un circuito de regulación y control (12), que interfiere en el bloque de digitalización (9), y sobre el sistema de control de movimiento (13), el cual regula el desplazamiento del documento (5). El circuito de regulación y control (12) recibe la información que le suministra el sistema de detección de la muestra (14).

## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras, destinado a constituir un sistema de validación de documentos de seguridad, rápido y eficaz, y de particular aplicación en billetes, se **caracteriza** porque en el procedimiento se emplean muestras de papel que contienen marcas de agua de código de barras normalizadas, para obtener de ellas mediante el software correspondiente un modelo ideal de una señal patrón para su posterior comparación con la señal analógica obtenida del documento a validar, y porque se ajusta la intensidad de iluminación del emisor, mediante el teclado al interferir este en una parte del circuito electrónico de regulación y control, ajustándose también por el mismo método la ganancia en la amplificación de la señal analógica obtenida.

2. Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras, según reivindicación 1ª **caracterizado**, porque mediante un micromotor y un conjunto de tracción y sensores, se posiciona correctamente la muestra en un bloque óptico donde se lee mediante radiación electromagnética, obteniéndose una señal analógica que se trata posteriormente en un ordenador y se compara mediante el software apropiado con el patrón de referencia, indicándose mediante la pantalla del ordenador el resultado de la comparación, emitiéndose posteriormente unas señales de control para la manipulación mecánica de la muestra con capacidad de desconexión del sistema acústico, estando determinada la radiación electromagnética empleada para la lectura de las marcas de agua, para que sea insensible a las impresiones efectuadas en la hoja de papel por las técnicas habituales en la impresión de estos documentos.

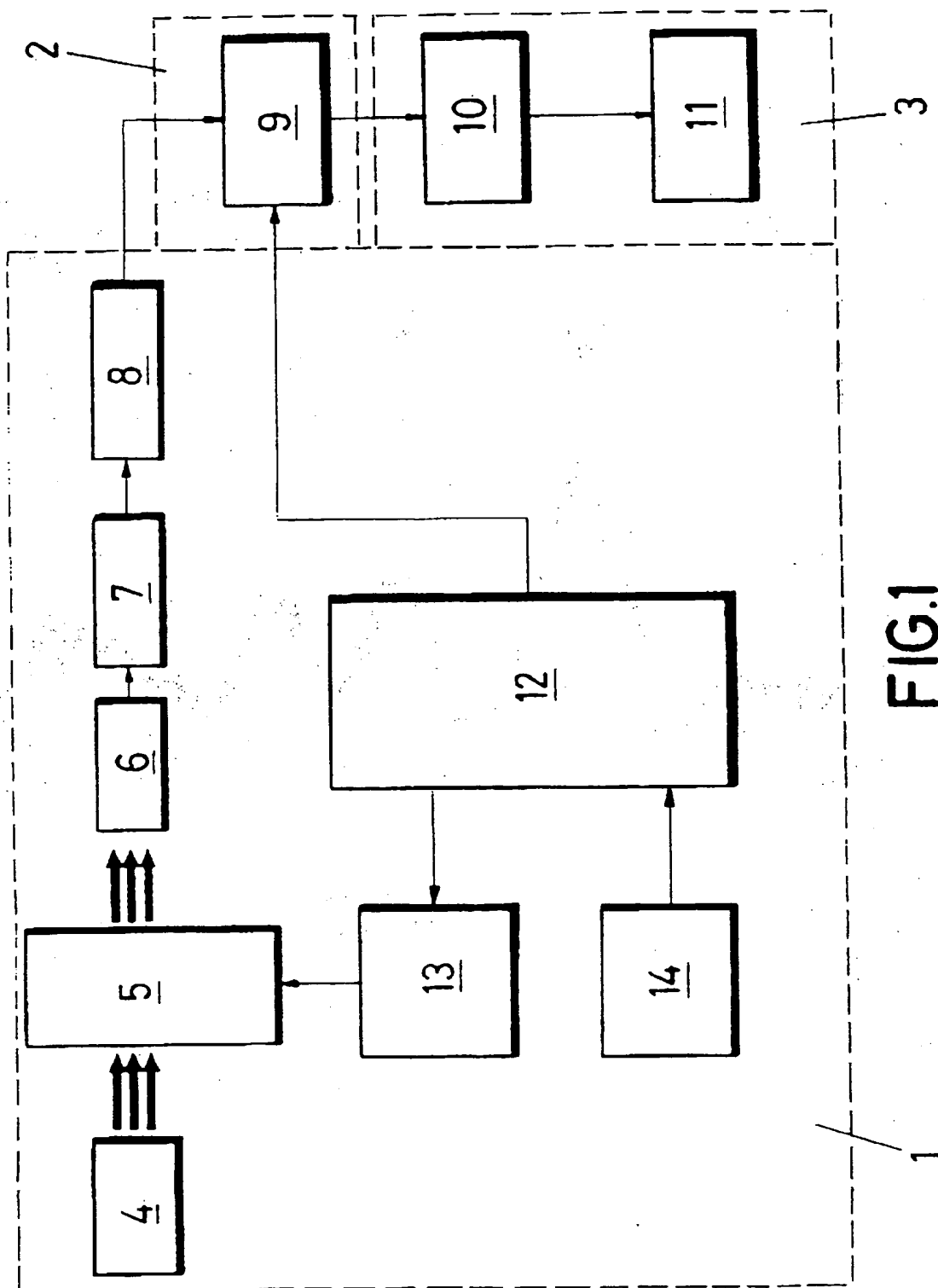
3. Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras, según la 1ª reivindicación **caracterizado** porque, el dispositivo dispone de un elemento emisor de radiación electromagnética del infrarrojo cercano, de manera preferente, comprendido entre 700 y 3000 nanómetros, y de un receptor de emisión electromagnética correspondiente al infrarrojo cercano, comprendido de manera preferente entre 400 y 700 nanómetros, que es insensible a la luz visible y está capacitado para captar las emisiones

del emisor reflejadas por el documento, y porque dispone de un bloque óptico de emisión y recepción de la muestra patrón, que dispone de una lente de condensación con ajuste de enfoque e intensidad, y que además incorpora un sistema de ajuste mecánico para la correcta captación de la señal, y un elemento de prueba en blanco sin papel, constituido por un circuito de emisión y recepción completo, para la detección en blanco y ajuste del cero, disponiendo el bloque óptico de elementos redundantes, que tienen el fin de minimizar mediante integración, los efectos negativos que puedan tener las irregularidades típicas de la hoja producidas por las fibras.

4. Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras, según reivindicación 3ª, **caracterizado** porque, en el bloque óptico se dispone de un sistema mecanizado de la muestra, que realiza mediante micromotores la alimentación autoguiada de la muestra, posicionándola correctamente mediante un sistema de regulación, pudiendo ser este un sistema mecánico o por software, disponiéndose para esta manipulación una interfase que proporciona un aviso óptico y acústico que indica la validez o no de la denominación del código de barras.

5. Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras, según reivindicaciones 3ª y 4ª, **caracterizado** porque, se dispone de un circuito electrónico de regulación y control, para controlar la ganancia de amplificación de la señal analógica obtenida, disponiéndose del software adecuado para suavizar el dicha señal analógica, y de un software de aprendizaje con muestras patrón de códigos de barras, y un software de correlación, cálculo de disimilitudes y comparación para determinar la validez o no de la señal analógica, siendo este análisis insensible a cambios de amplitud mediante ajustes de correlación y permite el cálculo de probabilidades de error, mediante el uso de algoritmos adecuados para llevar un control estadístico.

6. Procedimiento y dispositivo para la detección y descodificación óptico-electrónica de marcas de agua de código de barras, que con la intención de que el dispositivo se pueda integrar en una máquina de producción de papel en continuo o similar, o en cualquier tipo de máquina para el manejo de billetes, y según las reivindicaciones 3ª, 4ª y 5ª, se **caracteriza** porque el dispositivo es de reducidas dimensiones y bajo consumo.



191

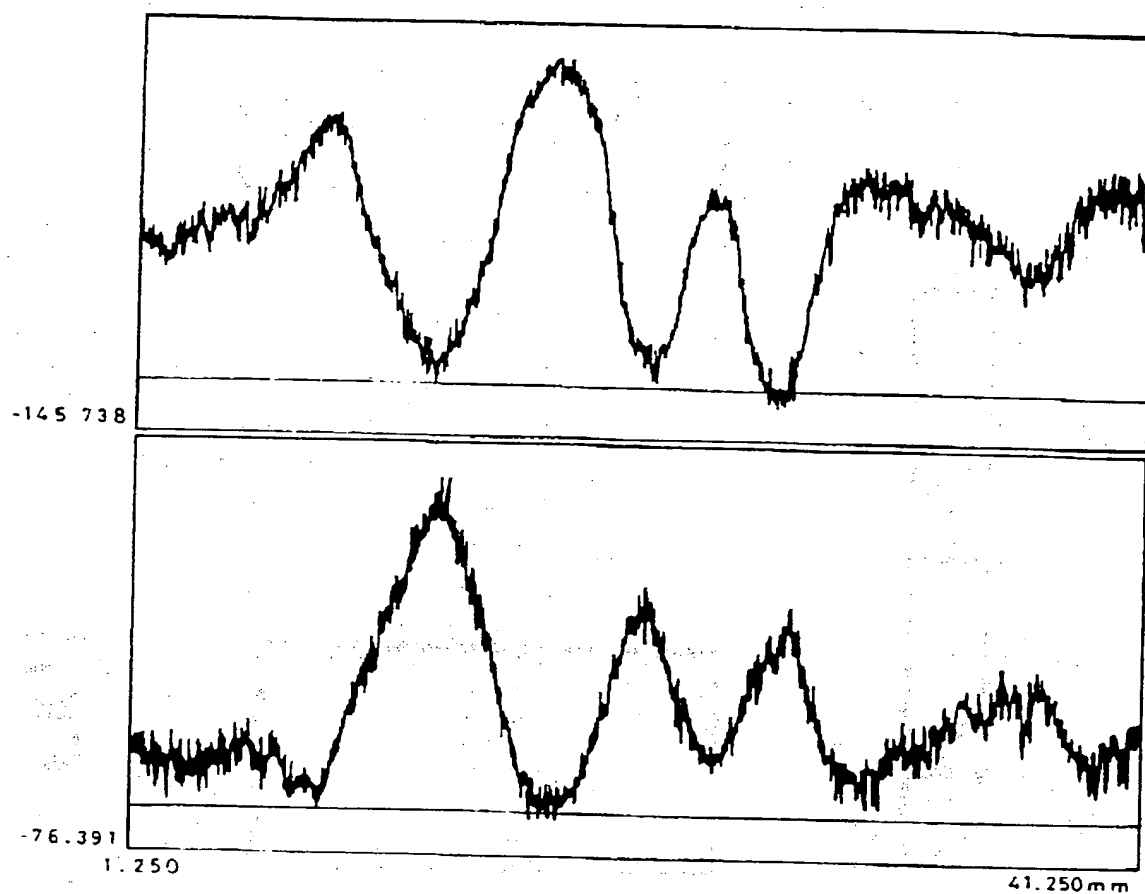


FIG.2





OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA

⑪ ES 2 145 711

⑫ N.º solicitud: 009801457

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 12.06.1998

⑭ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: G07D 7/00

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 381550 A (ARJOMARI-PRIOUX S.A.) 08.08.1990, columna 1, línea 1 - columna 7, línea 17; reivindicación 11; resumen.	1,2
A		3
A	FR 2218599 A (COMPTEURS SCHLUMBERGER S.A.) 13.09.1974, página 1, línea 1 - página 4, línea 27, reivindicaciones 1,2.	1,2
A	EP 579461 A (FALCONER, A Ph.) 19.01.1994	
A	EP 072237 A (DE LA RUE SYSTEMS LTED) 16.02.1983	

#### Categoría de los documentos citados

X de particular relevancia

Y de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

x para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
25.05.2000

Examinador  
A. Navarro Farell

Página  
1/1



(19) **SPANISH OFFICE OF  
PATENTS AND TRADEMARKS**  
  
**SPAIN**

(11) Publication No.: **2,145,711**  
(21) Application No.: 009801457  
(51) Int. CL<sup>7</sup>: G07D 7/00

(12)

**PATENT APPLICATION**

**A1**

(22) Filing date: **07.09.1998**

(71) Applicant(s): **FABRICA NACIONAL DE  
MONEDA Y TIMBRE**  
Jorge Juan, 106  
28009 Madrid, ES

(43) Publication date of the application: **07.01.2000**

(72) Inventor(s): **Davó Ferro, Rafael and  
Merchán Palacios, Miguel**

(43) Publication date of the application folder:  
**07.01.2000**

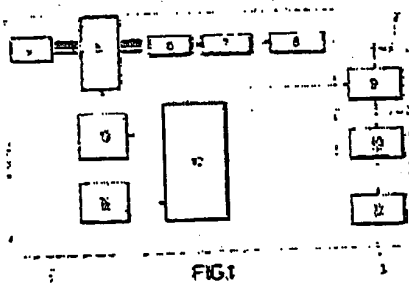
(74) Attorney: **Carpintero López, Francisco**

(54) Title: **Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode  
watermarks.**

(57) Abstract:

Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks

A method is presented and a device for carrying it out, which are able to perform a detection and validation of barcodes implemented by watermarks on every type of security document, and especially banknotes, all of this making use of optical and electronic means. Certain paper samples are used, from which are obtained certain standard signals, which are considered as a reference for subsequent comparing against the signal which is read from the document being validated.



## SPECIFICATION

Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks.

### Subject of the invention

The present invention refers to a method and to the device for carrying out the detection and reading of barcodes implemented with watermarks, on any type of security document and especially banknotes.

The method is carried out with optical and electronic means which provide a greater speed and effectiveness in the reading of the barcode.

### Antecedents of the invention

The great expansion of image reproduction techniques has made it possible for the public to reproduce virtually every type of ordinary graphic representation, including banknotes, which are the maximum expression of safety against counterfeiting.

In fact, it is possible to use color scanners, or even a color photocopier, to obtain a reproduction very similar to the original document, which by a process of imitation of the aging of the document by use, through subsequent mistreatment of same, results in a counterfeit that can circulate among the public in unnoticed manner.

Due to this, the makers of security documents and especially banknotes are accustomed to employ a paper substrate for them which incorporates sophisticated security elements. In this way, when a reproduction is made by a modern method of reproduction such as the photocopier, one imitates the appearance but cannot imitate the substrate.

Consequently, part of the security of the documents, especially the banknotes, consists in using as many techniques as possible, nearly all of them costly, so that they are not within reach of anyone, but only in part, and various of them in the paper itself. Among the most effective techniques for the protection of said security elements are those which employ classical procedures such as those involving the fabrication of watermarks that can be seen in the paper by transparency, therefore being the most effective, especially because the public has long acknowledged them and because they lend themselves to artistic work hard to reproduce by inexpert personnel and, consequently, offer higher security.

Watermarks are formed during the fabrication of the paper by depositing different thickness of fibers, producing via a stamp a figure of low relief in the web of the sheet where the fibers are deposited. When the paper is viewed in transmitted light, the zones with greater deposition of fibers appear dark and the zones with less deposition of fibers appear bright, giving the desired image of multitoneal nature. These watermarks can be portraiture or artistic and also geometric, depending on the model which they reproduce, engraved from the mold or die.

The portraiture or artistic (multitoneal) watermarks of a banknote are situated in a zone of the banknote that is very little covered by the imprinting, to facilitate human inspection at plain sight. This motivation, which began in the form of a simple watermark to identify the paper producing factory, as a kind of advertisement or goodwill of the various industries, became sophisticated to the point of providing the present-day portrait marks.

The primary characteristic sought is that the public be drawn to the figure, which is identified immediately, so that we easily recognize the person represented in a photograph and distinguished from a possible counterfeit, and furthermore this figure should remain indelible as part of the substrate of the document, difficult to manipulate. In fact, it is an element which cannot be reproduced by photocopier.

More recently, watermarks have been developed that form barcodes for the purpose of being processed mechanically. The barcode watermarks can have greater or lesser thickness in regard to the basic substrate of the paper. In the case of bars of a single darker level or a single lighter level, there are two different levels of thickness of the base paper. The transition from a darker zone to a lighter zone is associated with a digit, for example 1, and the transition from a lighter zone to a darker zone is associated with another digit, for example, 0.

There can be bars formed by different thicknesses, in which case the transitions between different thickness levels constitute different digits, which can be interpreted and decoded.

The ability to generate codes is not unlimited, due to the fact that the paper always has irregularities resulting from its fibrous composition. Each fiber contributes a significant thickness (several microns) to the thickness of the paper, the total thickness being on the order of one hundred microns. The presence or absence of a fiber in a particular area can be taken to be on the order of a tenth of the thickness of the paper.



banknote, it has a type of relief printing known as copper engraving, which can significantly alter the measurements of the profilometer.

The optical sensors observe the watermark through transmitted light, translating the differences in darkness at particular places of the watermark. This inspection can be done by various means, such as a layout consisting of a high-frequency illuminator and a CCD camera (see Spanish patent 9000858, European patent 0579461A1), or even by a layout consisting of a laser of visible light and an infrared temperature detector (Banknote Printers Conference, Paper Committee Oslo 1990).

In the first case, the processing of the image generated, when required, is also relatively slow, although easily understood by the persons in charge of the handling. In the second case, the price of the unit is greater and it is harder to be incorporated in a low-cost manual sensor, which the public can purchase for private use.

Another advantage of the optical sensors is that they inspect the watermark in the way intended by the engraver, using transmitted light, even though it may be advantageous to change the wavelength of the light for particular inspections. For example, in the event that one wishes to detect and decipher the code for watermarks on banknotes, we shall preferably employ a transmitter and receiver of infrared light in order to escape the influence of the printing which conceals the natural contrast of the watermark, and even to escape [these influences?] as valid in a detection of counterfeit watermarks, produced by printings of greasy inks, or by another method.

This form of electromagnetic energy has the advantage of being economical, not sensitive to the ink (assuming that that which overprints the barcode watermark is not opaque to infrared, which should be specified by the makers of banknotes), and it can be easily conducted through optical fiber, which results in a circuitry and an optical module much more simple than when using other sources of light.

Furthermore, another advantage of the optical sensors is the high speed of detection and the analog signal processing. In fact, not needing physical contact with the specimen, the optical sensor allows an inspection limited only by the speed of the sample handling system and the calculation speed of the computer, which are undergoing constant evolution and development, so that the technical capability of an optical sensor is increasing day by day.

If we add to this the fact that optical fiber enables the carrying of electromagnetic energy without substantial losses to the adequate point for the needs, the sensors can be fabricated with certain very light systems, adequate for use in portable applications of very small dimension and very low weight. Or, on the other hand, they can be part of systems of high capacity, adapting their space requirements to what is available for other sensors in the automatic selection machines of high capacity, which carry these to the whole, the system of guidance and of carrying of the banknotes, and these new sensors can be incorporated in them with a minimum effort, by interfaces of standardized type.

Lastly, it is extremely easy to make an optical sensor redundant by multiplication in the form of an array of optical modules, which is originally a single optical module, and subsequent addition of the analog signals coming from the different lines. If what one desires is to discover the regularity of the paper which can be obtained as a subproduct of the inspection by means of the optical-electronic sensor [of] a microscopic map of the formation of the sheet.

One also obtains a signal, with an optical system, that is intimately related to the opacity of the paper: by an optical processing, in addition to having the adequate thickness differences in the proper place of the barcode watermark, the paper must have optical differences of opacity and even of color, which is another essential element in the checking of origin or suitability, which would be totally foreign in a mechanical sensor.

Consequently, for the embodiment of the invention there has been chosen a layout consisting of an optical-electronic sensor of infrared electromagnetic radiation, outfitting it with all the necessary systems of adjustment and control, and also for the handling of the document.

#### **Description of the invention**

Therefore, in the method of detection and decoding that is being described, one uses an element emitting electromagnetic radiation of the near infrared, between 700 and 3000 nanometers, whose dimensions are between 0.5 and 1.2 mm in diameter, and with a beam dimension approximately between 0.1 and 3 mm.

Likewise, there is a receiver of electromagnetic emission corresponding to the near infrared between 400 and 700 nanometers, not sensitive to visible light, which is able to capture the emissions of the



transmitter and which has certain dimensions between 0.5 and 1 mm. There is no purpose of taking fluorescent measurements.

The transmitter and the receiver are outfitted with the corresponding conductors of electromagnetic radiation, consisting in optical fiber of approximately 1 mm diameter.

Another element incorporated in the invention is an optical transmission and receiving module, which is comprised of the end of the optical transmission fiber, and is connected a condensing lens with adjustment of focus and intensity. This optical module has a mechanical adjustment system, whose purpose is to enable the picking up of the signal under optimal conditions, and to eliminate the interference which may come from outside influences.

The optical module, furthermore, incorporates a blank test element, without paper, composed of a complete transmission-reception circuit, for detection under blank conditions and zero adjustment. This optical module also has various redundant elements, in order to minimize by integration the typical irregularities in the formation of the sheet, especially in paper with very broad fibers or with refining of the fibers to obtain high mechanical performance, which gives rise to a certain cloudiness of the sheet due to transparency.

The analog signal obtained has a potential difference between 0 and 10 Volts, and it is taken to an electronic regulation and control circuit, where the amplification gain is controlled. These analog signals are processed by a computer, where they are smoothed out by the corresponding software, there also being other learning software with standard barcode samples produced by watermarks.

The analog signal obtained, after having been appropriately smoothed out to eliminate the noise which may come, for example, from roughness of the fibers, is compared to the signals obtained from the standard samples for each denomination, which is done with a software for correlation and calculation of variances, and a comparison software.

This analysis of the analog signal is not sensitive to changes in amplitude, from adjustments of correlation, and it enables the calculation of error probabilities by the use of adequate algorithms, such as coefficients of variance, and for purposes of statistical control.

A system of mechanized movement of the sample produces, by means of micromotors, the self-guided feeding of the sample, accomplishing its correct positioning by means of a system which adjusts the position with respect to the optical module, this being either a mechanical system or software. For this mechanical manipulation of the sample there is an interface providing an optical and acoustical message as to the validity or invalidity of the denomination, that is, of the information provided by the barcode.

The system, besides detecting and determining the validity of the barcode, describes the content which the code carries, whether in terms of denomination to identify a product, for example, or in reference terms, this information being embodied in alphanumeric symbols intelligible to a human being, such as letters and numbers.

The result of the verification is an electronic signal for the marking and/or separation of the paper which contains a watermark forming a barcode that is wrong or has insufficient contrast, in accordance with a threshold for acceptance and rejection, as well as storing in memory the percentage of errors, in order to keep a statistical check.

This electronic equipment is powered by means of a power source with voltage rating of 5 volts.

The communication between the equipment and the operator is done by a communication interface having classical peripherals such as a mouse, keypad, screen, etc.

The method consists in using samples of paper which contain standardized genuine barcode watermarks to obtain, by the corresponding software, a modeling of a standard signal, which will be considered as a reference for subsequent comparison with the analog signal read from the document being checked.

The intensity of illumination of the transmitter is adjusted by means of the keypad, which influences an electronic control device contained in the electronic regulation and control circuit to carry out said adjustment.

Likewise using the keypad and influencing an electronic control device contained in the electronic regulation and control circuit, one adjusts the gain of the analog signal obtained.

The position of the support of the optical module is adjusted mechanically with the help of a screwdriver.

By means of a micromotor and a traction and sensor subassembly, the sample is correctly positioned, then illuminated, and afterwards the reflection produced by the watermarks is read, all of this by means of electromagnetic radiation.

The analog signal is obtained from the photocell of the optical module, for subsequent processing with the computer software, and to then carry out a logical comparison by means of appropriate software with the established reference standard.

The interface consisting of the computer screen indicates the result of the validation performed, indicating whether it was positive or negative.

After this, certain control signals are issued, for the mechanical manipulation of the sample, with option of disconnection of the acoustical system.

The electromagnetic radiation used has been determined such as to be insensitive to the printing done on the sheet of paper, by means of the customary techniques in the fabrication of security documents and banknotes, such as offset, copper engraving, and letterpress.

The size of the apparatus is similar to that of a portable computer and it is able to store more than 20 barcode watermarks in memory. Thanks to its reduced dimensions and low consumption, the apparatus can be integrated in a continuous paper production machine or in a cutting machine for quality control during production. Likewise, it can be integrated in a machine for the handling of documents or banknotes, which can be part of a product vending machine or a money changing machine, or an automatic high-capacity banknote selection apparatus.

#### **Description of the drawings**

To complete the present specification, and in order to help better understand the characteristics of the invention, this specification is accompanied by a set of drawings, forming an integral part thereof, representing the following in an illustrative and not limiting manner:

- Figure 1 is a representative block diagram of the elements making up the invention.
- Figure 2 consists of two graphs, in which the upper one is the analog signal obtained with the system proposed in the invention, and the lower graph corresponds to the signal obtained by the traditional system.

**Preferential embodiment of the invention**

In figure 1, it can be verified that the device carrying out the invention contains a detector module (1), an analog-digital converter (2), and a computer (3).

The detection module (1) is composed of an infrared transmitter (4), whose emission is applied to the document (5) being checked. To read the barcode formed with the watermarks, an infrared receiver (6) collects the radiation reflected by the document, and sends it to a converter (7), which transforms the ultraviolet radiation into voltage.

This voltage is amplified in the amplifier (8), and then sent to the digitization module (9), where it is transformed into a digital signal, which in turn is processed by the software (10) of the computer (3), which presents the results via the display (11).

The detection module (1) has a regulation and control circuit (12), which influences the digitization module (9), as well as the motion control system (13), which regulates the displacement of the document (5). The regulation and control circuit (12) receives the information furnished to it by the sample detection system (14).

## CLAIMS

1. Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks, intended to make up a rapid and effective system of validation of security documents, with particular application to banknotes, characterized in that the method employs samples of paper which contain standardized barcode watermarks in order to obtain from them, by the appropriate software, an ideal model of a standard signal for later comparison with the analog signal obtained from the document being validated, and in that the intensity of illumination of the transmitter is adjusted by means of the keypad, which influences a portion of the electronic regulation and control circuit, adjusting in the same way also the amplification gain for the analog signal obtained.

2. Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks, according to claim 1, further characterized in that a micromotor and a traction and sensor subassembly are used to correctly position the sample in an optical module, where it is read by means of electromagnetic radiation, producing an analog signal that is later processed in a computer and compared by means of the appropriate software to the reference standard, indicating by means of the computer screen the outcome of the comparison, and subsequently emitting certain control signals for the mechanical manipulation of the sample with ability to disconnect the acoustic system, having determined the electromagnetic radiation used for the reading of the watermarks, so that it is not sensitive to the impressions made on the sheet of paper by the customary techniques in the printing of these documents.

3. Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks, according to claim 1, further characterized in that the device has an element emitting electromagnetic radiation of the near infrared, preferably between 700 and 3000 nanometers, and a receiver of electromagnetic emission corresponding to the near infrared, preferably between 400 and 700 nanometers, which is not sensitive to visible light and is able to pick up the emissions of the transmitter reflected by the document, and in that it has an optical module for transmission and reception of the standard sample, which has a condensing lens with focus and intensity adjustment, and which furthermore incorporates a mechanical adjustment system for the proper pickup of the signal, and a blank paperless test element, consisting of a complete transmission and receiving circuit, for blank detection and zero adjustment, the

optical module having redundant elements whose purpose is to minimize by integration the negative effects which may result from the typical irregularities of the sheet produced by the fibers.

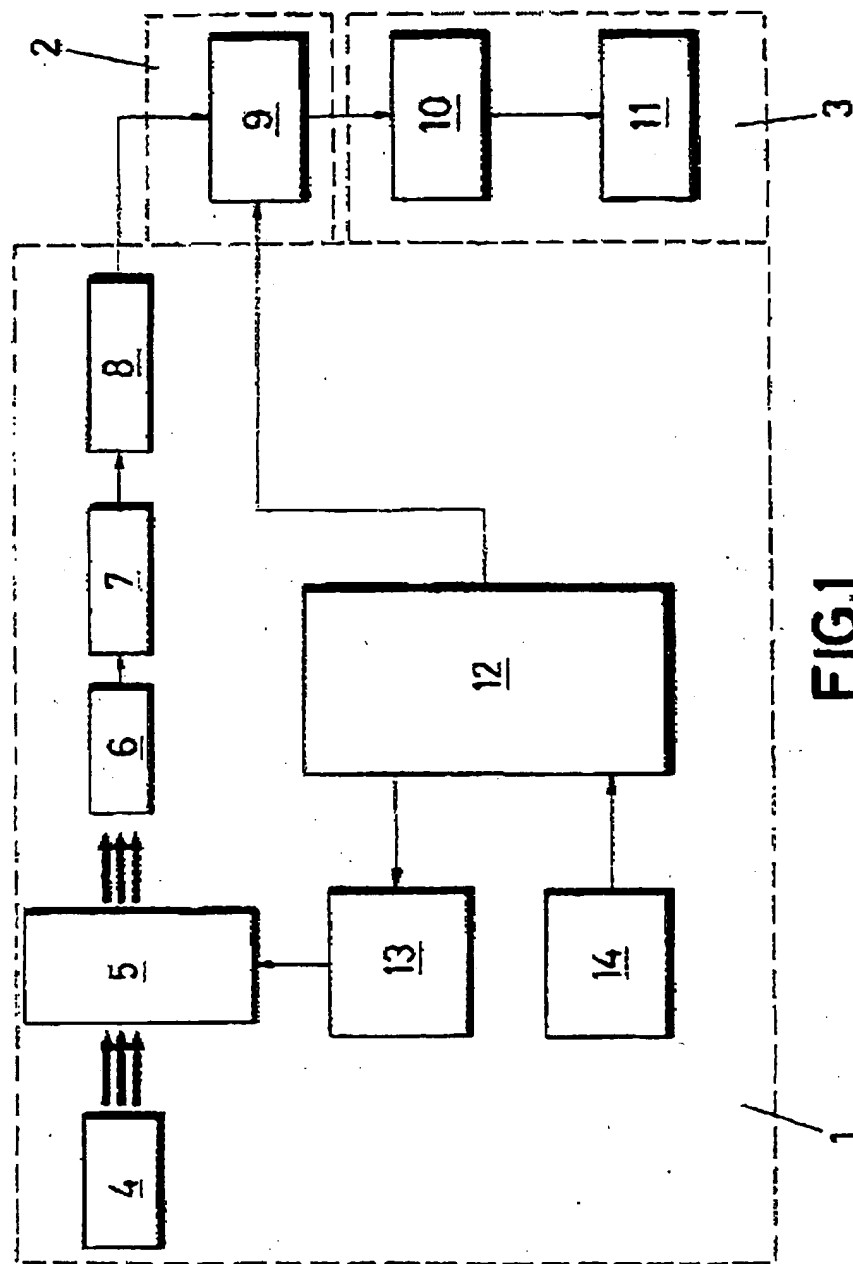
4. Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks, according to claim 3, further characterized in that the optical module has a mechanized system for the sample, which uses micromotors for the self-guided feeding of the sample, positioning it correctly by means of a regulation system, which can be a mechanical system or software, there being provided for this manipulation an interface which furnishes an optical and acoustical indication of the validity or invalidity of the denomination of the barcode.

5. Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks, according to claims 3 and 4, further characterized in that it has an electronic regulation and control circuit to control the amplification gain of the analog signal produced, along with adequate software to smooth out said analog signal, and a learning software with standard barcode samples, and a software for correlation, calculation of variances, and comparison to determine the validity or invalidity of the analog signal, this analysis being not sensitive to changes in amplitude by correlation adjustments, and it enables the calculating of error probabilities by the use of adequate algorithms to carry on a statistical control.

6. Method and device for the optical-electronic detection and decoding of barcode watermarks, so that the device can be integrated in a continuous paper production machine or the like, or in any type of machine for the handling of banknotes, and according to claims 3, 4 and 5, further characterized in that the device is of reduced dimensions and low consumption.

12

ES 2 145 711 A1



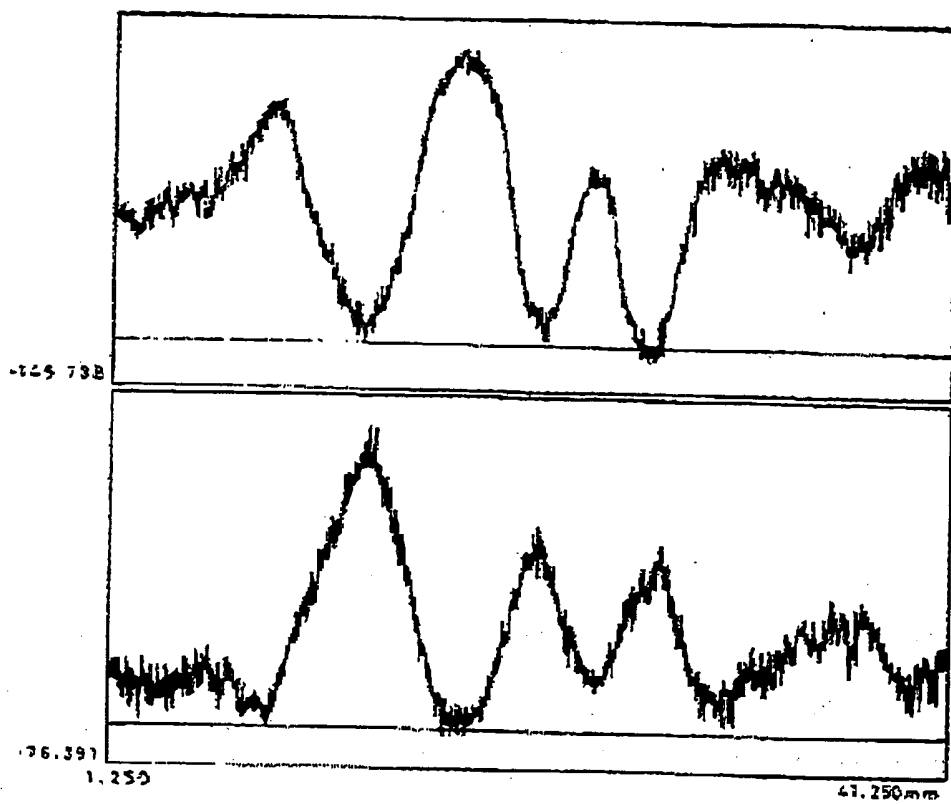


FIG.2



14

**SPANISH OFFICE OF  
PATENTS AND TRADEMARKS**

**SPAIN**

(11) ES 2,145,711

(21) Application No.: 009801457

(22) Application filing date: 06.12.1998

(32) Priority date:

**REPORT ON THE STATE OF THE ART**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>: G07D 7/00

**RELEVANT DOCUMENTS**

Category	Documents cited	Claims affected
X	EP 381,550 A (ARJOMARI-PRIOUX S.A.) 08.08.1990, column 1 line 1 – column 7, line 17; claim 11; abstract.	1, 2
A		3
A	FR 2,218,599 A (COMPTUEURS SCHLUMBERGER S.A.) 09.13.1974. page 1, line 1 – page 4, line 27, claims 1, 2	1, 2
A	EP 579,461 A (FALCONER A. Ph.) 01.19.1994	
A	EP 072,237 A (DE LA RUE SYSTEMS LTD.) 02.16.1983	

**Category of documents cited**

X: of particular relevance

Y: of particular relevance combined with others of the same category

A: reflects the state of the art

O: pertaining to nonwritten disclosure

P: published between the priority date and the filing of the application

E: prior document, but published after the filing date of the application

**The present report has been done**

x for all the claims

**Report date**  
05.25.2000

**Examiner**  
A. Navarro Farell

**Page**  
1/1

